

中山間地域における WiFi-LoRa メッシュネットワーク中継システムの試作

Prototype of WiFi-LoRa mesh network relay system in mountainous areas

○溝口 勝¹, 板倉 康裕², 小林 知史²

MIZOGUCHI Masaru¹, ITAKURA Yasuhiro², KOBAYASHI Tomofumi²

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大の影響を受けて、地域における新しい生活の価値が見直されている。また、2022年6月に現政権が「デジタル田園都市国家構想基本方針¹⁾」を閣議決定し、「地方からデジタルの実装を進め、地方と都市の差を縮めていくこと」を宣言している。これを実現するためには農業農村地域における通信インフラ整備が不可欠である。こうした状況の中で農村振興局も2021年度から農業農村における情報通信環境整備の推進事業を開始した²⁾。

農業農村整備事業では、点(水源管理)、線(水路管理)、面(ほ場レベルの水管理)が一体となって初めて施設の効果が発揮される。情報通信についても同様に、点(基地局管理)、線(通信ケーブル管理)、面(通信用無線管理)のシームレスな整備が必要となる。このうち、点は総務省が全国を10kmグリッドでの整備を進めているが、線と面は農水省が整備する必要がある。急な大雨時に備えて面的に水の流域管理を実施しているように、情報についても突然の自然災害時に線的・面的に通信環境インフラを管理する技術開発が必要である³⁾。

面的な通信インフラ整備には無線方式が有利である。しかし日本の農業農村地域には中山間地域が多く、山林が広域の通信インフラの整備を困難にしている。そこで、本研究では無線(WiFiとLoRa)中継器によって基地局から面的に通信範囲を拡張し、中継器の電池電圧をLoRa通信方式でモニターするシステムの現地実証実験を実施した。

2. 方法

(1)実証実験(福島県飯舘村佐須集落)

飯舘村は75%が山林でその合間に集落がある。この集落の民家に基地局(WiFi:2台, LoRa:1台)を設置し、集落の街道沿いと水田の畦等にWiFi中継器(WSルート:5台, WKルート:8台)、

山林のピークに2か所にLoRa中継器2台を設置した。WiFiは2.5または5GHzの周波数帯により高速大容量の通信が可能であるが通信距離が短く、LoRaは920MHzの周波数帯により低速小容量ながら通信距離が長い特徴を持つ。

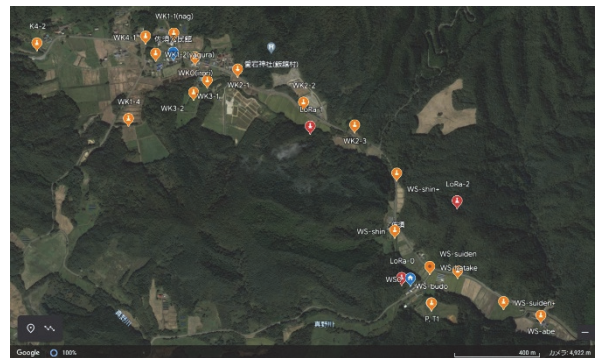


図1 WiFiとLoRaの基地局と中継器の設置場所(Google Earthより)赤色がLoRa基地局と中継器、青色がWiFi基地局、黄色がWiFi中継器の位置を示す。

(2)中継器システム

WiFiとLoRaの通信範囲を拡張するために下記のメッシュネットワークルーティング機器を用いた。

- ① WiFi: EAP225-OutdoorV1(屋外)およびOC200 V1(屋内) Omada コントローラー, TP-Link 社
- ② LoRa: ES920GWX2, EASEL 社

市販されているこれらの機器は屋内の100V商用電源を使うことを前提としている。しかし、中山間地域の屋外で電源を得るのは難しい。そこで本研究では、各中継器の電源を太陽光発電により確保した。そのため中継器システム(特注:ミサオネットワーク)は電源部(太陽光パネル、鉛蓄電池、電源制御盤)と通信部(アンテナ)から構成される(図2)。天候に応じて中継器の消費電力を節約するために通信中に遠隔操作で通信時間帯を変更できる。

なお、安定した電圧確保のため大容量の鉛電池を用いていることにより中継システムの総重量は約20kgになる。これを担いで山林のピークを

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agricultural and Life Science, The University of Tokyo

² (有) ミサオネットワーク MisaoNetwork Ltd. キーワード: 電池電圧, IoT, LoRa, 山林, スマート農業

含む中継ポイントに設置する作業や電池を交換する作業はかなり重労働である。



図2 山林に設置された LoRa 中継器と電池交換作業の様子

(3) 中継器の電池電圧のモニタリング

中山間地域の無線ネットワーク管理を目的に中継器の電池残量を LoRa 通信方式で常時モニタリングするシステムを構築した。その構成を図3に示す。電池電圧データが Host MCU→RF Modem 経由で既設の LoRa 基地局に送信され、EASEL 社提供の WebUI ソフトで閲覧できる。



図3 中継器の電池電圧モニタリングデータの流れ

3. 結果と考察

(1) メッシュネット中継システムの動作

① WiFi メッシュネット

メーカーが推奨する通信可能なアンテナ間の距離は 180m とされるが、見通しの良いアンテナ間では約 600m の距離でも通信できた。ただし、途中で木の葉などがあるとその距離は短くなる。

② LoRa メッシュネット

山岳地図を基づいて山林のピークに中継器を設置することにより集落内の広範囲で通信できた。しかし、広葉樹の葉が繁茂し始める 5 月中旬から 7 月には太陽光パネルが日陰になり電池電圧が低下し中継器が停止した⁴⁾。

山林内で電源を確保するために今は、比較的陽当たりの良い場所に発電容量の大きな太陽光パネルを設置しているが、現地環境によっては小

水力や風力による発電も選択できるようにすることも考えられる。

(2) 中継器の電池電圧の変化 (図4)

図4は LoRa 中継器の電池電圧の変化の一例である。図中には電波強度 RSSI も示した。電池電圧は 12.7 V から 11.2 V くらいまで直線的に低下し、5 日後に急激に 8.7 V まで低下した後、通信が途絶えた。使用した LoRa 通信強度の限界値は -132dBm 程度 (EASEL 社による) とされており、今回の電池電圧モニタリングは通信限界付近の環境で実施したことになる。通信途絶直前 5 日間の日射量 (佐須集落内に設置してある気象計データによる) はそれなりにあったことから考えると、急激な電圧低下と通信の途絶は LoRa 通信限界環境下で中継器経由でデータ送信が繰り返されたことによると推察される。中継器の設置の際には、RSSI 通信限界以上の場所を選ぶことで急激な電池電圧低下を軽減できるものと考えられる。

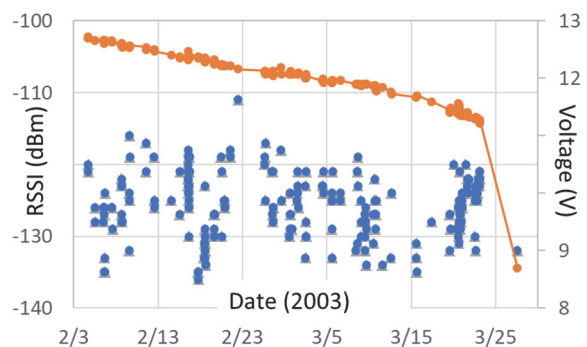


図4 LoRa 中継器の電池電圧と RSSI の変化

4. おわりに

本研究で得られた知見は、個人宅の WiFi ルータをはじめとして、総務省や農水省が整備する基地局、市町村が整備する基地局、中山間地域に設置可能な Starlink 衛星インターネット基地局の周辺で中継器を使って通信範囲を拡張する際に役に立つと思われる。残る課題は結局のところ山林内での電源を確保する技術開発である。

参考文献：

- 1) 内閣官房：デジタル田園都市国家構想
- 2) 農林水産省：農業農村における情報通信環境整備の推進について、これら 1)2)については Web で最新情報を検索可
- 3) 溝口勝：第3のインフラ整備をリードする農業農村情報研究部会，水土の知，90(11)，pp.873-886(2022)
- 4) M. Mizoguchi:PAWEES2022 Abstract，Fukuoka (2022)